

Wide spectral bandwidth virtual image display optical system.

Patent Number: EP0566001

Publication date: 1993-10-20

Inventor(s): CHERN MAO-JIN (US); CHEN CHUNGTE W (US)

Applicant(s): HUGHES AIRCRAFT CO (US)

Requested Patent: EP0566001, A3, B1

Application Number: EP19930105702 19930406

Priority Number (s): US19920864862 19920407

IPC Classification: G02B27/00; G02B3/02; G02B5/10; G02B5/32

EC Classification: G02B5/18Z, G02B17/08, G02B27/00K2, G02B27/01A

Equivalents: DE69325607D, DE69325607T, JP2705880B2, JP6027409, KR128266

Cited patent(s): WO8903059; EP0420195; WO8701211; EP0286962; US3940204; EP0312094; EP0202460; EP0441206; WO8601598; US3887273; US4191462; EP0324496

Abstract

A wide spectral bandwidth virtual image display optical system. The system includes an image source, a combiner, and a relay group. The relay group is a catadioptric relay group that includes a reflective optical element, and a refractive lens group that includes at least one doublet and a diffractive lens. For some applications, the catadioptric relay group may be replaced by a hybrid refractive-diffractive relay group, thus eliminating the reflective element. The diffractive optical element of the hybrid optical element is encoded on one side of a lens. The hybrid optical element forms a refractive/diffractive achromat to provide for primary chromatic aberration correction. The refractive lens group is also an achromat to provide for chromatic aberration correction. Power distribution between the hybrid optical element and the refractive lens group is such that secondary chromatic aberration of the refractive lens group is balanced out by the secondary chromatic aberration of the hybrid optical element. The diffractive optical element is desired using higher order wavefront correction terms encoded on one side to reduce spherochromatism and secondary spherochromatism of the relay group. One lens may have a conic or an aspherical surface to further reduce the spherochromatism and secondary spherochromatism. Asymmetrical aberration and distortion resulting from the combiner are compensated for by the reflective optical element. To minimize the residual aberration of the optical system, the reflective optical element is tilted and/or decentered. The system has a relatively wide spectral bandwidth, has good image quality, has simple optics, is ultracompact, and provides wide field coverage

and large field overlaying.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Basic Patent (Number,Kind,Date): EP 566001 A2 19931020

Patent Family:

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date
DE 69325607 C0	19990819	DE 69325607 A	19930406		
DE 69325607 T2	20000406	DE 69325607 A	19930406		
EP 566001 A2	19931020	EP 93105702 A	19930406	(Basic)	
EP 566001 A3	19950308	EP 93105702 A	19930406		
EP 566001 B1	19990714	EP 93105702 A	19930406		
JP 6027409 A2	19940204	JP 9380966 A	19930407		
✓JP 2705880 B2	19980128	JP 9380966 A	19930407		
KR 128266 B1	19980406	KR 935832 A	19930407		
US 5436763 A	19950725	US 223385 A	19940405		

Priority Data:

Patent Number	Kind	Date
US 864862 A	19920407	
US 223385 A	19940405	
US 864862 B1	19920407	

PATENT FAMILY:

Germany (DE)

Patent (Number,Kind,Date): DE 69325607 C0 19990819

BREITES SPEKTRALES BAND VIRTUELLES BILDANZEIGE OPTISCHES SYSTEM
(German)

Patent Assignee: HUGHES AIRCRAFT CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US); CHERN MAO-JIN (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): DE 69325607 A 19930406

IPC: * G02B-027/00

Derwent WPI Acc No: * G 93-329371

Language of Document: German

Patent (Number,Kind,Date): DE 69325607 T2 20000406

BREITES SPEKTRALES BAND VIRTUELLES BILDANZEIGE OPTISCHES SYSTEM
(German)

Patent Assignee: RAYTHEON CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US); CHERN MAO-JIN (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): DE 69325607 A 19930406

IPC: * G02B-027/00

Derwent WPI Acc No: * G 93-329371

Language of Document: German

Germany (DE) - Legal Status

Number	Type	Date	Code	Text
DE 69325607 P	19990819	DE		CORRESPONDS TO
		REF		(ENTSPRICHT)
				EP 566001 P 19990819

DE 69325607 P	20000406	DE		TRANSLATION OF PATENT DOCUMENT OF
	8373			EUROPEAN PATENT WAS RECEIVED AND HAS BEEN
				PUBLISHED

DE 69325607 P	20000803	DE		NO OPPOSITION DURING TERM OF OPPOSITION
	8364			(EINSPRUCHSFRIST ABGELAUFEN OHNE DASS

European Patent Office (EP)

Patent (Number,Kind,Date): EP 566001 A2 19931020

WIDE SPECTRAL BANDWIDTH VIRTUAL IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM (English; French; German)

Patent Assignee: HUGHES AIRCRAFT CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US); CHERN MAO-JIN (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): EP 93105702 A 19930406

Designated States: (National) DE; FR; IT

IPC: * G02B-027/00; G02B-003/02; G02B-005/10; G02B-005/32

Derwent WPI Acc No: ; G 93-329371

Language of Document: English

Patent (Number,Kind,Date): EP 566001 A3 19950308

WIDE SPECTRAL BANDWIDTH VIRTUAL IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM.

(English; French; German)

Patent Assignee: HUGHES AIRCRAFT CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US); CHERN MAO-JIN (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): EP 93105702 A 19930406

Designated States: (National) DE; FR; IT

IPC: * G02B-027/00; G02B-003/02; G02B-005/10; G02B-005/32

Derwent WPI Acc No: * G 93-329371

Language of Document: English

Patent (Number,Kind,Date): EP 566001 B1 19990714

WIDE SPECTRAL BANDWIDTH VIRTUAL IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM (English; French; German)

Patent Assignee: RAYTHEON CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US); CHERN MAO-JIN (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): EP 93105702 A 19930406

Designated States: (National) DE; FR; IT

IPC: * G02B-027/00

Derwent WPI Acc No: * G 93-329371

Language of Document: English

European Patent Office (EP) - Legal Status

Number Type Date Code Text

EP 566001 P 19920407 EP AA PRIORITY (PATENT APPLICATION)

		(PRIORITY (PATENTANMELDUNG)) US 864862 A 19920407
EP 566001 P	19930406 EP AE	EP-APPLICATION (EUROPAEISCHE ANMELDUNG) EP 93105702 A 19930406
EP 566001 P	19931020 EP AK	DESIGNATED CONTRACTING STATES IN AN APPLICATION WITHOUT SEARCH REPORT (IN EINER ANMELDUNG OHNE RECHERCHENBERICHT BENANNTE VERTRAGSSTAATEN) DE FR IT
EP 566001 P	19931020 EP A2	PUBLICATION OF APPLICATION WITHOUT SEARCH REPORT (VEROEFFENTLICHUNG DER ANMELDUNG OHNE RECHERCHENBERICHT)
EP 566001 P	19931020 EP 17P	REQUEST FOR EXAMINATION FILED (PRUEFUNGSANTRAG GESTELLT) 930406
EP 566001 P	19950308 EP AK	DESIGNATED CONTRACTING STATES IN A SEARCH REPORT: (IN EINEM RECHERCHENBERICHT BENANNTE VERTRAGSSTAATEN) DE FR IT
EP 566001 P	19950308 EP A3	SEPARATE PUBLICATION OF THE SEARCH REPORT (ART. 93) (GESONDERTE VEROEFFENTLICHUNG DES RECHERCHENBERICHTS (ART. 93))
EP 566001 P	19970604 EP 17Q	FIRST EXAMINATION REPORT (ERSTER PRUEFUNGSBESCHEID) 970418
EP 566001 P	19990120 EP RAP1	APPLICANT (CORRECTION) (ANMELDER (KORR.)) RAYTHEON COMPANY
EP 566001 P	19990714 EP AK	DESIGNATED CONTRACTING STATES MENTIONED IN A PATENT SPECIFICATION: (IN EINER PATENTSCHRIFT ANGEGEHRTE BENANNTE VERTRAGSSTAATEN) DE FR IT
EP 566001 P	19990714 EP B1	PATENT SPECIFICATION (PATENTSCHRIFT)
EP 566001 P	19990819 EP REF	CORRESPONDS TO: (ENTSPRICHT) DE 69325607 P 19990819
EP 566001 P	19990820 EP ET	FR: TRANSLATION FILED (FR: TRADUCTION A ETE REMISE)
EP 566001 P	19990921 EP ITF	IT: TRANSLATION FOR A EP PATENT FILED (IT: DEPOSITO TRADUZIONE DI BREVETTO EUROPEO) SOCIETA' ITALIANA BREVETTI S.P.A.
EP 566001 P	20000628 EP 26N	NO OPPOSITION FILED (KEIN EINSPRUCH EINGELEGT)

Japan (JP)

Patent (Number,Kind,Date): JP 6027409 A2 19940204

VIRTUAL IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM OF WIDE SPECTRAL BAND (English)

Patent Assignee: HUGHES AIRCRAFT CO

Author (Inventor): CHIYUNTE DABURIYU CHIEN; MAO JIN CHIYAN

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): JP 9380966 A 19930407

IPC: * G02B-027/02

Language of Document: Japanese

✓ Patent (Number,Kind,Date): JP 2705880 B2 19980128

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): JP 9380966 A 19930407

IPC: * G02B-027/02

Language of Document: Japanese

Korea, Republic (KR)

Patent (Number,Kind,Date): KR 128266 B1 19980406

WIDE SPECIAL BANDWIDTH VIRTUAL IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM (English)

Patent Assignee: HUGHES AIRCRAFT CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 864862 A 19920407

Applic (Number,Kind,Date): KR 935832 A 19930407

IPC: * G02B-027/10

Derwent WPI Acc No: * G 93-329371

Language of Document: Korean

United States of America (US)

Patent (Number,Kind,Date): US 5436763 A 19950725

WIDE SPECTRAL BANDWIDTH VIRTUAL IMAGE DISPLAY OPTICAL SYSTEM (English)

Patent Assignee: HUGHES AIRCRAFT CO (US)

Author (Inventor): CHEN CHUNGTE W (US); CHERN MAO-JIN (US)

Priority (Number,Kind,Date): US 223385 A 19940405; US 864862 B1 19920407

Applic (Number,Kind,Date): US 223385 A 19940405

National Class: * 359565000; 359558000; 359630000; 345007000

IPC: * G02B-027/10; G02B-027/42

Derwent WPI Acc No: * G 93-329371

Language of Document: English

United States of America (US) - Legal Status

Number	Type	Date	Code	Text
--------	------	------	------	------

US 5436763 P		19920407	US	PRIORITY AA US 864862 B1 19920407
--------------	--	----------	----	--------------------------------------

US 5436763 P		19940405	US AE	APPLICATION DATA (PATENT) (APPL. DATA (PATENT)) US 223385 A 19940405
--------------	--	----------	-------	--

US 5436763 P		19950725	US A	PATENT
--------------	--	----------	------	--------

US 5436763 P		20030923	US FP	EXPIRED DUE TO FAILURE TO PAY MAINTENANCE FEE DATE: 20030725
--------------	--	----------	-------	--

INPADOC/Family and Legal Status

© 2004 European Patent Office. All rights reserved.

Dialog® File Number 345 Accession Number 11415154

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特許公報 (B 2)

(11)特許番号

第2705880号

(45)発行日 平成10年(1998)1月28日

(24)登録日 平成9年(1997)10月9日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 B 27/02

識別記号 庁内整理番号

F I
G 0 2 B 27/02

技術表示箇所

請求項の数9(全6頁)

(21)出願番号 特願平5-80966
(22)出願日 平成5年(1993)4月7日
(65)公開番号 特開平6-27409
(43)公開日 平成6年(1994)2月4日
(31)優先権主張番号 8 6 4 8 6 2
(32)優先日 1992年4月7日
(33)優先権主張国 米国 (U.S.)
審判番号 平7-27831

(73)特許権者 99999999
エイチイ・ホールディングス・インコ
ーポレーテッド・ディーピーエー・ヒュ
ーズ・エレクトロニクス
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
90045-0066、ロサンゼルス、ヒュー
ズ・テラス 7200
(72)発明者 チュンテ・ダブリュ・チェン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
92720、アーバイン、アレッグヘニ 33
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦
合議体
審判長 岡田 幸夫
審判官 東森 秀朋
審判官 吉野 公夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 広スペクトル帯域の虚像ディスプレイ光学システム

1

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】 画像源と、
結合器と、
画像源と結合器の間に配置されたカタトリオブトリック
中継器グループとを具備し、
ここで、前記カタトリオブトリック中継器グループは、
(i) 反射光学素子と、
(ii)ダブレットを含む一次色収差を補正するために色消
しレンズを有する屈折レンズグループと、
(iii) 反射光学素子と屈折レンズグループの間に配置さ
れたレンズと中継器グループの球面色収差および二次球
面色収差を減少するように高次の波面補正頂を使用して
設計されている屈折光学素子を含む中継器グループを含
み、レンズの少なくとも1つが球面色収差および二次球
面色収差を減少するように円錐の表面を有し、

2

ここで、前記回折光学素子は一次色収差補正を行うハイ
ブリッド光学素子である屈折/回折色消しレンズを実質
的に形成し、前記ハイブリッド光学素子と屈折レンズグ
ループとの間の倍率分配は屈折レンズグループの二次色
収差が回折光学素子の二次色収差により平衡されるよう
に配置されていることを特徴とする虚像ディスプレイ光
学システム。
【請求項2】 カタトリオブトリック中継器グループ
が、
10 反射鏡と、
少なくとも1つのダブレットを含む屈折レンズグループ
と、
反射鏡と屈折レンズグループの間に配置されたレンズと
回折光学素子を含む中継器グループを具備している請求
項1記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項3】 反射光学素子が広視野の範囲を提供するために凹面である請求項1記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項4】 反射光学素子が拡大を行うために凸面である請求項1記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項5】 レンズの少なくとも1つが球面色収差および二次球面色収差を減少するように非球面表面を有する請求項1記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項6】 回折光学素子が高回折効果を提供するためにキノフォルムタイプの回折表面を有している請求項1記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項7】 回折光学素子がキノフォルム格子表面に匹敵する2ndステップを有する二進光学表面を有している請求項1記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項8】 画像源と、

結合器と、

画像源と結合器との間に配設された屈折/回折中継器グループと、

ここで屈折/回折中継器グループは、

(i) レンズと、

(ii) レンズに隣接して配置された一次色収差補正を行なう回折光学素子と、

(iii) 回折光学素子に隣接し、レンズから離れて配置された実質上一次色収差を補正する少なくとも1つのダブレットを有する屈折レンズグループを具備していることを特徴とし、中継器グループと屈折レンズグループとの間の倍率分配は、屈折レンズグループの二次色収差が中継器グループの二次色収差により平衡されるように配置されており、回折光学素子が中継器グループの球面色収差および二次球面色収差を減少するために高次の波面補正項を使用して設計され、レンズの少なくとも1つが球面色収差および二次球面色収差を減少するため円錐表面を有する虚像ディスプレイ光学システム。

【請求項9】 レンズの少なくとも1つが球面色収差および二次球面色収差を減少するために非球面表面を有する請求項8記載の虚像ディスプレイ光学システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は虚像ディスプレイ光学システム、特に広スペクトル帯域幅の虚像ディスプレイ光学システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 広スペクトル帯域幅のヘッドアップディスプレイ(HUD)のような虚像ディスプレイシステムの従来技術は通常2つの分類に分けられ、それらは

(1) 1つの結合器および全屈折中継器を使用するシステム又は(2) 1つの結合器と凸面の反射中継器を使用するシステムを含む。(1)の場合、二次的な軸、側面および高次の色収差が使用可能なスペクトル帯域幅と、アイボックス(瞳孔)サイズと、視野を厳しく限定す

る。(2)の場合、この光学系の一般的な望遠レンズの光学形態の設計は使用可能な視野を限定する。

【0003】 典型的な通常のヘッドアップディスプレイ(HUD)又はヘルメット設置ディスプレイ(HMD)は米国特許第3,940,204号明細書に記載されている。この特許明細書に記載されている光学系は3つのサブモジュール、即ち1つのホログラフ結合器と、1つの中継器グループと、1つの陰極線管(CRT)とを含む。CRTに表示された情報は中間画像を形成するため最初に中継器グループにより中継され、さらに結合器により観察者の正面の快適な位置に中継される。この光学設計形態は次の利点を有する。(1) 中継器グループはCRTのサイズを小型にできる。(2) 中継器グループはオーバーレイ視野の面積を拡大する。(3) 結合器は中継器グループ内のアイボックス(瞳孔)を中継する。それ故中継器グループのサイズは比較的小型である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このタイプの光学システムの1つの欠点は、ホログラフ結合器に関する使用可能なスペクトル帯域幅が非常に狭いことである。この欠点を修正する1つの方法はホログラフ結合器を反射型結合器に置換することである。このタイプのヘルメット設置ディスプレイシステムに関する第2の欠点は屈折中継器グループにより生じる二次的な軸方向および横方向色収差が使用可能なスペクトル帯域幅を制限することである。

【0005】 例えばスコットにより製造されるKZFS N4とFK52のような特別なガラス材料等は長い実効的焦点距離(EFL)の光モジュールに関する二次的色収差を補正するのによく使用される。しかし典型的なヘッドアップディスプレイとヘルメット設置ディスプレイは低いF数と広視野と長いEFLを必要とする。それ故一次的球面色収差、色コマ、色歪み、二次的球面色収差のような高次の色収差が存在する。色コマおよび色歪みは画像品質を非常に低下させる。さらに特殊なガラス材料は非常に高価であり、製造が困難である。

【0006】 さらに、商用および軍事用のヘッドアップディスプレイおよび自動車用ヘッドアップディスプレイは通常モノクロ又は準モノクロ画像生成器で使用される。将来のディスプレイシステムの多くはカラーディスプレイの使用が好ましいことは明白である。しかしこの必要性を満足する簡単な通常の設計形態は現在存在していない。

【0007】 本発明の目的は、通常の広スペクトル帯域幅の虚像ディスプレイ光学システムに固有の欠点を克服することである。さらに本発明の別の目的は、カラー画像生成器で使用される虚像ディスプレイ光学システムを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は広スペクトル帶

域幅の虚像ディスプレイ（V I D）光学システムを具備する光学システムである。虚像ディスプレイ光学システムは画像源と、結合器と、中継器グループとを有する。この中継器グループは、カタトリオブトリック（catatropic）中継器グループから構成され、このカタトリオブトリック中継器グループは、反射光学素子と、2つのレンズ（ダブレット）を含む屈折レンズグループと、ハイブリッドの屈折／回折光学素子を含む。ある応用ではカタトリオブトリック中継器グループはハイブリッド屈折－回折中継器グループにより置換される。屈折／回折中継器グループはレンズグループと回折光学素子を含む。これはカタトリオブトリック中継器グループで使用される反射光学素子の必要性を除去する。

【0009】ハイブリッド光学素子はレンズの片面にコード化された回折光学素子を含む。ハイブリッド光学素子は一次色収差補正を行うために屈折／回折色消しを形成する。ダブレットはまた色収差補正を行う色消しを有する。ハイブリッド光学素子とダブレットとの間の倍率配分はダブレットの二次的な色収差がハイブリッドの光学素子の二次的色収差により平衡されるように構成されている。

【0010】回折光学素子は典型的に中継器グループの球面色収差と二次的な球面色収差を減少するために片面でコード化される高次の波面補正項を使用して設計される。中継器グループのレンズの少なくとも1つは球面色収差および二次的球面色収差を減少するように円錐又は非球面を有する。結合器から生じる非対称の収差および歪みは反射光学素子（凹面鏡24）により補償される。V I D光学系の残留収差を最小化するため反射光学素子は傾斜されるか又はデセンタされる。

【0011】従来技術のV I Dシステムと比較して、本発明による光学システムははるかに広範囲のスペクトル帯域幅を有し、画像品質がよく、単純な光学装置として構成され、超小型であり、広範囲の視野と重複された非常に広い視野を提供する。本発明はまた比較的安価である。

【0012】本発明では、少なくとも2つのレンズを有する回折サブグループと回折光学素子とを具備する新しいクラスの中継器グループは非常に広視野にわたって優れた画像品質を提供する。本発明の光学システムは優れた一次および二次色収差補正を有する。それは非常に小型の容器で構成され、設計形態は非常に簡単で潜在的に非常に安価である。

【0013】本発明の種々の特徴および利点は添付図面を伴って後述の詳細な説明を参照して容易に理解できる。同じ参照数字は同様の構成素子を示す。

【0014】

【実施例】図面を参照すると、図1および図2は本発明の原理による虚像ディスプレイ光学システム20の側面図と平面図をそれぞれ示している。虚像ディスプレイ光学

システム20は陰極線管（C R T）のような画像源21、結合器22、中継器レンズグループ23を備えている。従って、光学系20は結合器22および中継器レンズグループ23を含む2つのサブモジュールを含む。図1、2のシステム20では中継器レンズグループ23（カタトリオブトリック中継器グループ23）は反射光学素子24（反射性凹面鏡24）と、屈折レンズグループ25を具備し、屈折レンズグループ25は2つのレンズ27,28を有する屈折ダブレット26とハイブリッド光学素子29（レンズ29）を含む。システム20の光学素子の関連する1つの特殊な特徴を以下に詳細に説明する。

【0015】動作上、画像源21（C R T 21）に表示された情報は中継器レンズグループ23を通過し、この中継器レンズグループはダブレット26とハイブリッド光学素子29を有し、中間画像面で反射素子24（凹面鏡24）により再結像される。結合器22は中間画像面からオペレータ30の視点31の正面の適切な観察距離へ画像を中継する。カタトリオブトリック中継器グループ23の設計原理を以下に要約する。

20 【0016】（1）結合器22から生じる非対称収差と歪みは反射光学素子24（凹面鏡24）により補償される。総合的な光学系20の残留収差を最小化するため凹面鏡24は傾斜されるか又はデセンタされる。傾斜又はデセンタの必要性は典型的な光分析プログラムを使用して決定される。

【0017】（2）ハイブリッド光学素子29（レンズ29）は回折光学素子を具備し、この回折光学素子は片面にコード化され、一次色収差補正が行われる屈折－回折色消し又は近似的色消しを形成する。屈折－回折色消しを適切に形成するのに必要なコード化は通常の光分析プログラムを使用して達成される。

【0018】（3）ダブレット26はハイブリッド光学素子29と結合して一次色収差の補正用の色消し又はほぼ色消しとしても構成される。

【0019】（4）ダブレット26による二次的な色収差はハイブリッド光学素子29の二次的な色収差により平衡される。

【0020】（5）球面色収差および二次的球面色収差はハイブリッド光学素子29にコード化される ρ' 、 ρ'' 又はもっと高次のコード化した波面情報により平衡される。多くの場合、高次の残留色収差は中継器レンズグループ23のレンズ27,28,29のうちの少なくとも1つが円錐又は非球形表面を有するときさらに減少されることができる。図1ではハイブリッド光学素子29の1つの表面33は非球面である。

【0021】（6）上記（2）乃至（5）項で要約されている設計処理はまたシステム20の光学素子により生じる一次的および二次的な横方向色収差、色コマ、色歪みのような非対称の色収差を自動的に最少化する。

50 【0022】さらに、回折光学素子は高い回折効率又は

特にキノフォルム格子表面に匹敵する2°段階を有する二進光学表面を提供するためキノフォルムタイプの回折表面を具備する。さらに応用に応じて反射鏡24は広視野範囲を提供する凹面又は拡大を提供するための凸面である。

【0023】本発明の研究により構造された虚像ディスプレイ光学システム20は改良された画像品質、比較的単純な光学素子を有し、比較的小型で、広視野範囲と優れた色収差補正を有する。さらにシステムのスペクトル帯*

* 域を横切る残留色収差は非常に小さい。

【0024】図1、2は前述した本発明により構成された設計例の側面図および平面図を示している。表1は光学システムの詳細な規定を要約している。それは広い視野において広スペクトル帯域幅を有し、非常に広い視野を有し、かつ非常に小型である。全体的なスペクトル帯域にわたる残留色収差は非常に小さい。

【0025】

表1

素子	半径(in)	円錐定数	デセンタ(in)	傾斜(deg)	厚さ
結合器	-14.7867	-4.4317	0	15.0	-12.55501
$C_s = -0.207811E-2$	$C_s = 0.40700E-3$	$C_{s0} = 0.161392E-44$			
$C_{s1} = -0.570015E-4$	$C_{s2} = 0.375767E-5$	$C_{s3} = -0.373330E-6$			
$C_{s4} = -0.124571E-5$	$C_{s5} = -0.254268E-6$	$C_{s6} = 0.160307E-6$			
$C_{s7} = 0.253730E-6$					
素子	半径(in)	円錐定数	デセンタ(in)	傾斜(deg)	厚さ
中継鏡	40.8679	-550.78	0	-30.0	2.835
$C_s = 0.781415E-3$	$C_s = 0.169647E-3$	$C_{s0} = 0.170825E-3$			
$C_{s1} = 0.169583E-3$	$C_{s2} = -0.244154E-3$	$C_{s3} = -0.114474E-4$			
$C_{s4} = 0.254529E-4$	$C_{s5} = -0.392984E-4$	$C_{s6} = -0.340554E-4$			
$C_{s7} = -0.600655E-4$					
素子	クラスタイプ	湾曲半径	デセンタ	距離/	孔の直径
		正面/背面	(in)	厚さ	正面/背面(in)
反射	プラスチック	8.75637/	0.315	1.35	5.4/5.4
素子	プレキシガラス	-8.32869			
		円錐定数 = -16.177			
回折素子	屈折素子の背面上				
		$f(\rho) = 213.300 \rho^2$			
素子	クラスタイプ	湾曲半径	デセンタ	距離/	孔の直径
		正面/背面	(in)	厚さ	正面/背面(in)
回折	スコットF2	4.60832/	0	0.300	5.8/5.2
素子		2.85118			
回折	スコットBk7	2.85118/	0	1.900	5.2/5.2
素子		-10.0335			

$Z(x, y)$ は $C_i Z_i(x, y)$ を i が 1 から 24 について合計するザルニク多項式は円錐表面から逸れた付加的な表面の垂れ下りを示している。ゼロでないザルニク多項式の項が以下にリストされている。

【0026】 $Z_{s1}(x, y) = x^4 - y^4$

$Z_{s2}(x, y) = y(x^2 + y^2)$

$Z_{s3}(x, y) = y(3x^2 - y^2)$

$Z_{s4}(x, y) = (x^2 + y^2)^2$

$Z_{s5}(x, y) = x^4 - y^4$

$Z_{s6}(x, y) = x^4 - 6x^2 + y^4$

$Z_{s7}(x, y) = y(x^2 + y^2)^2$

$Z_{s8}(x, y) = 3x^4 y + 2x^2 y^3 - y^5$

$Z_{s9}(x, y) = 5x^4 y - 10x^2 y^3 + y^5$

$Z_{s10}(x, y) = (x^2 + y^2)^3$

ここで x と y はそれぞれメリジオナル平面と矢じり平面

の光学面の開口座標であり、 $f(\rho)$ はこの回折光学素子の格子位相式であり、 n 番目の格子リング境界は ρ が $f(\rho) = n$ を満足する位置に配置されており、 ρ は放射座標で、(+) 半径は右方向に中心を有し、(-) は半径は左方向に中心を有し、(+) の厚さは右方向で、(+) のデセンタは上方向で、(+) の傾斜は反時計方向であり、度で示され、デセンタは傾斜前に行われ、円錐定数 $\varepsilon^2 = -(\text{偏心度})^2$ であり、寸法はインチで与えられ、基準波長 = 0.58765 μm で、スペクトル領域 = 0.17 μm である。

【0027】図3を参照するとある応用ではカタトリオブトリック中継器グループ23は反射性光学素子24の使用を必要としない。図3は本発明の原理による虚像ディスプレイ光学システムの第2の実施例20aの側面図である。この第2の実施例は図1、2のシステム20で使用さ

れた反射光学素子24を具備しない。カタトリオブトリック光中継器グループ23はハイブリッド屈折-回折レンズグループ35により置換される。

【0028】特に虚像ディスプレイ光学システム20aは画像源21、結合器22、ハイブリッド屈折回折レンズグループ35を有する。ハイブリッド屈折回折レンズグループ35は第1の屈折レンズグループ36、第2の屈折レンズグループ25aを有する。第1の屈折レンズグループ36はウェッジ又はブリズム37、ダブレット38、屈折レンズ39、トリプレット40を有する。第2の屈折レンズグループ25aは屈折ダブルレット26a（レンズ27aと28aを有する）とハイブリッド屈折/回折光学素子29aを含む。各レンズ27a、28a、29aの焦点距離と曲率半径は結合器22の適切な画像を提供するように調節される。

【0029】以上、新規で改良された広スペクトル帯域*

*幅の虚像ディスプレイ光学システムについて説明した。この光学システムは色収差と歪みが改良された画像品質を提供するため最少限にされる。前述の実施例は本発明の原理の応用を示した多くの特別な実施例の単なる例示であることが理解されるであろう。明らかに、多くの他の装置は本発明の技術的範囲を逸脱することなく当業者に容易に考えられる。

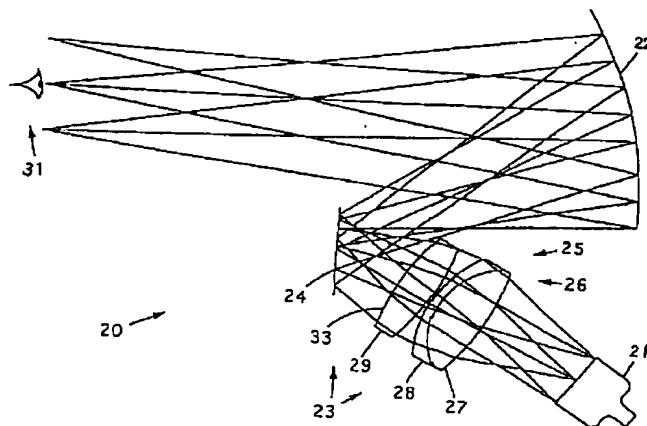
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理による虚像ディスプレイ光学システムの側面図。

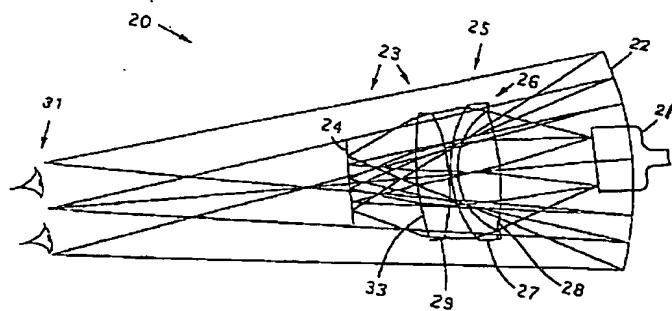
【図2】本発明の原理による虚像ディスプレイ光学システムの平面図。

【図3】図2、3のシステムで使用される反射光学素子を除去した本発明の原理による虚像ディスプレイ光学システムの第2の実施例の側面図。

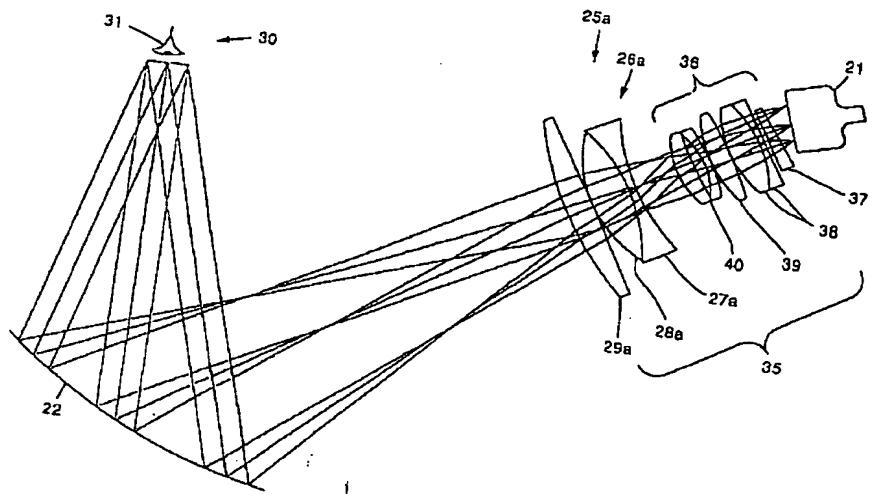
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 マオ - ジン・チャーン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
90216、ランチョ・バロス・バーデス、
シーマウント・ドライブ 28414

(56)参考文献 特開 昭63-58317 (JP, A)